DIN EN 12299:2025-01 (D)

Bahnanwendungen - Fahrkomfort für Fahrgäste - Messung und Auswertung; Deutsche Fassung EN 12299:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 12

1 Anwendungsbereich ... 14

2 Normative Verweisungen ... 14

3 Begriffe ... 14

4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen ... 17

5 Allgemeine Beschreibung ... 19
5.1 Allgemeines ... 19
5.2 Schwingungseinwirkungen auf Fahrgäste ... 20
5.3 Anwendung ... 21
5.4 Eigenschaften von Schienenfahrzeugbewegungen ... 21
5.5 Fahrkomfort ... 22
5.6 Direkte und indirekte Messungen ... 22
5.7 Zusammenfassende Verfahrenstabelle ... 22
5.8 Anwendung der Komfortkenngrößen ... 23

6 Mittlerer und Kontinuierlicher Komfort ... 24
6.1 Allgemeines ... 24
6.2 Grundlage des Verfahrens ... 25
6.3 Methodik ... 25
6.4 Prüfbedingungen ... 26
6.4.1 Allgemeines ... 26
6.4.2 Auswahl der Messabschnitte ... 26
6.4.3 Prüfgeschwindigkeit ... 26
6.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie ... 27
6.4.5 Fahrzeugzustand ... 27
6.5 Zu messende Parameter ... 27
6.5.1 Allgemeines ... 27
6.5.2 Lage der Messpunkte ... 27
6.5.3 Filterung ... 28
6.6 Definition von Zwischengrößen ... 28
6.7 Definition der Komfortkenngrößen ... 30
6.7.1 Kontinuierlicher Komfort ... 30
6.7.2 Standardverfahren Mittlerer Komfort ... 30
6.7.3 Mittlerer Komfort – vollständiges Verfahren ... 31
6.8 Prüfbericht ... 31

7 Komfort in Übergangsbögen ... 31
7.1 Allgemeines ... 31
7.2 Grundlage des Verfahrens ... 31
7.3 Methodik ... 32
7.4 Versuchsbedingungen ... 32
7.4.1 Allgemeines ... 32
7.4.2 Auswahl der Messabschnitte ... 32
7.4.3 Fahrgeschwindigkeit ... 33
7.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie ... 33
7.4.5 Fahrzeugzustand ... 33

7.5 Zu messende Parameter ... 33
7.5.1 Allgemeines ... 33
7.5.2 Lage der Messpunkte ... 33
7.5.3 Filterung ... 33
7.6 Definition von Zwischengrößen ... 33
7.6.1 Symbole und Indizes ... 33
7.6.2 Mittelungsverfahren ... 34
7.6.3 Identifikation der Übergangszeitabschnitt ... 35
7.6.4 Zwischengrößen ... 35
7.7 Definition der Komfortkenngröße *PCT* ... 36
7.8 Alternative Komfortkenngröße ‚gleitende *PCT* über 3 Sekunden' ... 37
7.9 Versuchsbericht ... 39

8 Komfort bei diskreten Ereignissen ... 39
8.1 Allgemeines ... 39
8.2 Grundlage des Verfahrens ... 40
8.3 Methodik ... 40
8.4 Prüfbedingungen ... 40
8.4.1 Allgemeines ... 40
8.4.2 Auswahl der Prüfabschnitte ... 41
8.4.3 Prüfgeschwindigkeit ... 41
8.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie ... 41
8.4.5 Fahrzeugzustand ... 41
8.5 Zu messende Parameter ... 41
8.5.1 Allgemeines ... 41
8.5.2 Anordnung der Messpunkte ... 41
8.5.3 Filterung ... 41
8.6 Definition der Größen ... 41
8.6.1 Symbole und Indizes ... 41
8.6.2 Mittelungsverfahren um den Mittelwert zu erhalten ... 42
8.6.3 Maximaler Spitze-Spitze-Wert ... 43
8.7 Definition der Komfortkenngröße *PDE* ... 43
8.8 Prüfbericht ... 43

9 Anleitung für die Interpretation der Ergebnisse ... 43
9.1 Allgemeines ... 43
9.2 Mittlerer Komfort ... 44
9.3 Kontinuierlicher Komfort ... 44
9.4 Komfort in Übergangsbögen ... 45
9.5 Komfort bei diskreten Ereignissen ... 45

Anhang A (normativ) Bezugssystem ... 46

Anhang B (normativ) Messtechnik ... 48
B.1 Allgemeines ... 48
B.2 Messausrüstung ... 48
B.2.1 Allgemeines ... 48
B.2.2 Messwertgeber und Signalverstärker ... 48
B.2.3 Aufzeichnungsgerät ... 49
B.2.4 Befestigung des Messwertgebers am Boden ... 49
B.3 Messvorrichtung für Sitze und ihre Anwendungen ... 49

Anhang C (normativ) Gewichtungskurven ... 52
C.1 Allgemeines ... 52
C.2 Filterfunktionen ... 52
C.2.1 Allgemeines ... 52
C.2.2 Bandbegrenzungsfilter ... 53
C.2.3 Beschleunigungs-Geschwindigkeitsübergang ... 53
C.2.4 Oberer Übergang ... 54
C.2.5 Gesamte Frequenzbewertung ... 54

C.2.6 Verringerung der Obergrenze des Frequenzbereichs in vertikaler Richtung ... 54
C.3 Toleranzen ... 54
C.4 Diagramme ... 56

Anhang D (informativ) Spezifizierung der Fahrzeugeigenschaften bezüglich des Fahrkomforts ... 59
D.1 Allgemeines ... 59
D.2 Kenntnis der Strecke für die Komfortbewertung ... 59
D.3 Gleisbedingungen ... 59
D.4 Spezifikation von Fahrzeugbedingungen ... 60
D.5 Allgemeine Spezifikation ... 60

Anhang E (normativ) Fahrzeugbeurteilung bezüglich des Fahrkomforts ... 61
E.1 Allgemeines ... 61
E.2 Gleislagequalität ... 61
E.3 Prüfbedingungen ... 62
E.3.1 Auswahl der Messabschnitte und Auswerteabschnitte ... 62
E.3.2 Prüfgeschwindigkeit ... 62
E.3.3 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie ... 62
E.3.4 Fahrzeugzustand ... 63
E.4 Akzeptable Abweichungen vom Verfahren zur Auswertung für kontinuierlichen Komfort oder mittleren Komfort ... 63
E.5 Prüfbericht ... 65

Anhang F (informativ) Darstellung des Prüfberichts ... 66
F.1 Allgemeines ... 66
F.2 Versuchsziel ... 66
F.3 Versuchsausführer ... 66
F.4 Quellenangaben ... 66
F.5 Versuchsbedingungen ... 66
F.5.1 Allgemeine Angaben ... 66
F.5.2 Fahrzeug ... 66
F.5.3 Sitz (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort) ... 67
F.5.4 Sitzbenutzer (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort) ... 67
F.5.5 Gleis ... 67
F.5.6 Geschwindigkeitsprofil ... 67
F.5.7 Versuchsanordnung ... 67
F.6 Messung und Datenverarbeitung ... 68
F.6.1 Messung ... 68
F.6.2 Datenverarbeitung ... 68
F.6.3 Abweichungen ... 68
F.7 Bericht für mittleren Komfort und für kontinuierlichen Komfort ... 68
F.7.1 Allgemeines ... 68
F.7.2 Zeitreihen ... 68
F.7.3 Statistische Ergebnisse ... 68
F.7.4 Komfortauswertung ... 69
F.7.5 Spektralanalyse ... 69
F.8 Bericht für Komfort in Übergangsbögen ... 73
F.9 Bericht für Komfort bei diskreten Ereignissen ... 73

Anhang G (informativ) Anleitung für die Anwendung direkter Versuche ... 76

Anhang H (informativ) Ablaufplan für die Berechnung von RMS-Werten aus gemessenen (oder simulierten) Beschleunigungszeitreihen ... 77

Anhang I (informativ) Bestimmende Größen ... 79

Anhang J (informativ) Hinweise zur Verwendung von Simulationen ... 82
J.1 Allgemeines ... 82
J.2 Nutzen ... 82
J.3 Anwendungen ... 82
J.4 Genauigkeit und Einschränkungen ... 83

J.5 Stand der Technik bei Schienenfahrzeug-ENs ... 83

Anhang K (informativ) Gesamtfahrzeugwert für die mittlere Komfortkenngröße ... 85
K.1 Definition des Gesamtfahrzeugwertes ... 85
K.2 Einfaches Beispiel ... 85
K.3 Größtmögliche Vereinfachung ... 86
K.4 Fahrzeugbezogene Vereinfachung ... 87
K.5 Auswerteabschnittorientierte Vereinfachung ... 88
K.6 Verteilung des Fahrkomforts ... 88
K.7 Kombinationen von Vereinfachungen ... 88
K.8 Vollständige Analyse ... 88
K.9 Anwendung der NMV-Komfortindex-Skala ... 88

Literaturhinweise ... 89

Bilder

Bild 1 — Lage der Messpunkte; doppelstöckige und einstöckige Reisezugwagen ... 28

Bild 2 — Relevante Zeitspannen t_{ci} beim Bogenübergang ... 35

Bild 3 — Interpretation der Benennungen $\ddot{y}1smax$ und $y1smax$ in der PCT-Gleichung ... 36

Bild 4 — Interpretation der Benennung $\varphi 1smax$ in der PCT-Gleichung ... 36

Bild 5 — Darstellung der Berechnung eines gleitenden PCT ... 39

Bild 6 — Interpretation von $\ddot{y}2st$ und $\ddot{y}PPt$ bei der Berechnung von PDE ... 42

Bild A.1 — Lokales Bezugssystem für einen Fahrzeugaufbau ... 46

Bild A.2 — Lokale Bezugssysteme für eine sitzende Person ... 47

Bild A.3 — Lokales Bezugssystem für eine stehende Person ... 47

Bild B.1 — Sitzschalen-Messvorrichtung (für y- und z-Richtung) ... 50

Bild B.2 — Sitzschalen-Messvorrichtung ... 50

Bild B.3 — Sitzrückenlehnen-Messvorrichtung ... 51

Bild C.1 — Toleranzen für W_b ... 55

Bild C.2 — Toleranzen für W_c ... 55

Bild C.3 — Toleranzen für W_d ... 56

Bild C.4 — Toleranzen für W_p ... 56

Bild C.5 — Größen der Frequenzbewertung Wb für vertikale Schwingung entlang der z-Achse für Boden und Sitzschale ... 56

Bild C.6 — Größen der Frequenzbewertung Wc für horizontale Schwingung entlang der x-Achse für den Sitzrücken ... 57

Bild C.7 — Größen der Frequenzbewertung Wd für horizontale Schwingung entlang der x- oder y-Achse für den Boden oder entlang der y-Achse für die Sitzschale ... 58

Bild C.8 — Größen der Frequenzbewertung *Wp* für Querbeschleunigung für *PCT* und *PDE* und für Rollgeschwindigkeit für *PCT*-Auswertung ... 58

Bild E.1 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in Doppelstockfahrzeugen ... 64

Bild E.2 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in einstöckigen Fahrzeugen ... 65

Bild F.1 — Kontinuierlicher Komfort — Erfassung von Fünf-Minuten-Auswerteabschnitten ... 71

Bild F.2 — Beispiel für kontinuierlichen Komfort und statistische Verteilung für einen Fünf-Minuten-Zeitabschnitt ... 72

Bild F.3 — Beispiel der gewichteten (dicke Linie) und ungewichteten (dünne Linie) spektralen Leistungsdichte für die Beschleunigung am Fußboden in x-, y- und z-Richtung (Dauer: 307,2 s / Abtastrate: 400 Hz / FFT: 2 048 Punkte) ... 72

Bild F.4 — Beispiel für Zeitreihen zur P_{DE}-Auswertung ... 75

Bild K.1 — 6-Wagen-Einheit ... 85

Bild K.2 — 6-Wagen-Gelenkfahrzeug ... 85

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten — Teil 1 ... 17

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten — Teil 2 ... 18

Tabelle 3 — In diesem Dokument berücksichtigte Elemente ... 21

Tabelle 4 — Bewegungsgrößen und Messstelle zur Bewertung des Fahrkomforts ... 23

Tabelle 5 — Vorgaben für verschiedene Komfortkenngrößen zur Bewertung des Fahrkomforts und darauf bezogener Fahrzeugbeurteilungen ... 23

Tabelle 6 — Anleitung zum Gebrauch der verschiedenen Komfortkenngrößen für andere Anwendungen ... 24

Tabelle 7 — Konstanten für Komfortkenngröße *PCT* ... 37

Tabelle 8 — Konstanten für Komfortkenngröße *PDE* ... 43

Tabelle 9 — Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngröße *NMV* ... 44

Tabelle 10 — Maßstab für die Komfortkenngrößen *CCy* und *CCz* ... 44

Tabelle B.1 — Frequenzbereich für die globale Übertragungsfunktion ... 48

Tabelle C.1 — Gewichtungskurven ... 52

Tabelle C.2 — Parameter und Übertragungsfunktionen der Frequenzbewertungen ... 52

Tabelle I.1 — Bestimmende Größen für den mittleren Komfort ... 79

Tabelle I.2 — Bestimmende Größen für den Komfort in Übergangsbögen und für den Komfort bei diskreten Ereignissen ... 81

Tabelle K.1 — Beispiele für NMVs an 5 Auswerteabschnitten für jeden Messpunkt 86

Tabelle K.2 — Beispiel für die fahrzeugbezogene Vereinfachung 87

Tabelle K.3 — Beispiel für eine Auswerteabschnittsorientierte Vereinfachung 88